

(11)特許出願公開番号

特開2000-216839

(P2000-216839A)

(43)公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード・(参考)

H04L 27/22

H04L 27/22

F 5K004

27/38

27/00

G

審査請求 有 請求項の数6 OL (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-15534

(22) 出願日

平成11年 1 月25日(1999. 1. 25)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 家村 隆也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

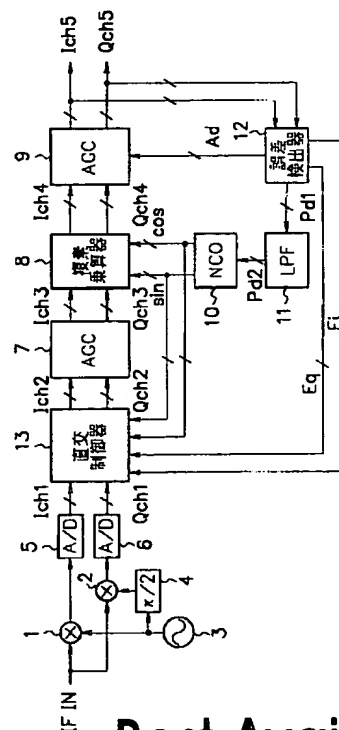
Fターム(参考) 5K004 AA05 FG02

(54) 【発明の名称】 復調器

(57) 【要約】

【課題】 長期に渡って誤り率等の特性劣化を引き起こさない復調器を得る。

【解決手段】 発振器 3 で入力される変調信号 (I F I N) の搬送波とほぼ同一な周波数を持つ信号を発振し、この発振信号の出力位相を $\pi/2$ シフター 4 で $\pi/2$ シフトさせ、これらの出力と変調信号とを乗算器 1、2 で掛け合わせ、A/D 変換 (5、6) する。さらに、直交成分の I c h と Q c h の振幅差を A G C 7 で補正し、A G C 9 が I c h、Q c h それぞれの信号を正規の信号点に乘せる。検出器 1 2 が搬送波周波数とローカル周波数のずれである誤差信号 E i、E q を出力し、直交制御器 1 3 がディジタル的、かつ自動的に直交誤差の除去を行う。よって、アナログ的な要素も、手動による調整も必要なく、全てディジタル的・自動的に復調器の直交誤差を取り除くことができる。また、全ディジタル化されていることにより、L S I 化が容易である。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力される変調信号の搬送波とほぼ同一な周波数を持つ信号を発振する発振器と、
該発振器が発振する信号の出力位相を $\pi/2$ シフトさせる $\pi/2$ シフターと、
前記発振器および $\pi/2$ シフターの出力と前記変調信号を掛け合わせる乗算器と、
該乗算器の出力をA/D変換するA/D変換器と、
直交成分のIchとQchの振幅差を補正する第一のAGCと、
前記Ich、Qchそれぞれの信号を正規の信号点に乗せる第二のAGCと、
搬送波周波数とローカル周波数のずれを補正するための誤差検出器と、
該誤差検出器の出力である誤差信号Ei、Eqを入力し、デジタル的、かつ自動的に直交誤差の除去を行う直交制御器と、
を備えて構成されたことを特徴とする復調器。

【請求項2】 前記復調器は、準同期検波復調器である複素乗算器と、数値制御発振器(NCO)とをさらに有し、前記誤差検出器から出力される位相誤差信号は前記数値制御発振器で回転信号sin、cosとされ、前記直交制御器および前記複素乗算器へ入力されることを特徴とする請求項1に記載の復調器。

【請求項3】 前記乗算器およびA/D変換器はそれぞれがシリーズに接続された二系統あり、前記発振器の発振信号と前記 $\pi/2$ シフターにより前記発振信号を $\pi/2$ シフトさせた発振信号を、前記入力される変調信号へ乗算して前記Ich、Qchの各信号成分を得ることを特徴とする請求項1または2に記載の復調器。

【請求項4】 前記復調器は、ループフィルタをさらに有し、前記誤差検出器から出力される位相誤差信号は前記ループフィルタを経由して前記数値制御発振器へ入力されることを特徴とする請求項2または3に記載の復調器。

【請求項5】 前記直交制御器は、前記誤差検出器が出力する誤差信号Ei、Eqと前記数値制御発振器(NCO)の出力であるsin、cosを複素乗算することにより、前記複素乗算器による位相回転後の誤差信号Ei、Eqから、位相回転前の誤差信号を推定することを特徴とする請求項2から4の何れかに記載の復調器。

【請求項6】 前記直交制御器は、前記複素乗算器より前段の位相回転前の位置に設定され、前記推定した誤差信号により直交誤差の補正を行うことを特徴とする請求項5に記載の復調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、復調器に関し、特に、自動直交制御器を設けた復調器に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、復調器は一般に、デジタル無線通信システムにおける復調器においては、通常の直交調整は手動で行われている。図14は、従来の実施例を示したブロック図である。この図14によると、従来の実施例は、乗算器1、2、発振器3、 $\pi/2$ シフター4、A/Dコンバータ5、6、AGC7、9、複素乗算器8、誤差検出器12、LPF11、および角度信号sin、cosを出力する数値制御発振器であるNCO(Numerical Controlled Oscillator)10を有する。これらの各部の機能は、誤差検出器12が信号点誤差信号Ei、Eqを出力していない点を除いて、本発明の実施形態へ適用される各部と同一機能を有する。

【0003】 上記従来例が本発明と大きく異なるのは、直交誤差制御器が無いことである。従来は、 $\pi/2$ シフター4を手動で調整することによって、直交調整が行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来例は、既述の通り直交誤差制御器を持たないことにより装置作製時に余分な時間を要する。また、手動調整された $\pi/2$ シフターは、アナログ部品の温度、湿度等による経時変動を起こす可能性が高く、長期に渡って直交性を保証することが困難である。直交誤差が生じると、図12または図13の様な復調信号が得られることになり、当然、誤り率等の特性が劣化する問題を伴う。

【0005】 昨今は、直交復調器なるアナログのICが存在しており、ローカル発振器の直交は自動的に行われているが、精度が良いとは言えない。特に、QAM等の多値変調方式に対応しているとは言いがたく、手動調整によらざるを得ない現状である。

【0006】 本発明は、デジタル的に、かつ自動的に直交制御を行うことにより手動で調整する必要が無く、かつ、長期に渡って誤り率等の特性劣化を引き起こさない復調器を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 かかる目的を達成するため、本発明の復調器は、入力される変調信号の搬送波とほぼ同一な周波数を持つ信号を発振する発振器と、この発振器が発振する信号の出力位相を $\pi/2$ シフトさせる $\pi/2$ シフターと、発振器および $\pi/2$ シフターの出力と変調信号を掛け合わせる乗算器と、この乗算器の出力をA/D変換するA/D変換器と、直交成分のIchとQchの振幅差を補正する第一のAGCと、Ich、Qchそれぞれの信号を正規の信号点に乗せる第二のAGCと、搬送波周波数とローカル周波数のずれを補正するための誤差検出器と、この誤差検出器の出力である誤差信号Ei、Eqを入力し、デジタル的、かつ自動的に直交誤差の除去を行う直交制御器とを備えて構成されたことを特徴としている。

【0008】 さらに、上記の復調器は、準同期検波復調

器である複素乗算器と、数値制御発振器(NCO)とを有し、誤差検出器から出力される位相誤差信号は数値制御発振器で回転信号 \sin 、 \cos とされ、直交制御器および複素乗算器へ入力するとよい。

【0009】また、上記の乗算器およびA/D変換器はそれぞれがシリーズに接続された二系統あり、発振器の発振信号と $\pi/2$ シフターにより発振信号を $\pi/2$ シフトさせた発振信号を、入力される変調信号へ乗算して Ich 、 Qch の各信号成分を得るとよい。

【0010】さらに、復調器はループフィルタを有し、誤差検出器から出力される位相誤差信号はループフィルタを経由して数値制御発振器へ入力されるとよい。

【0011】なお、上記の直交制御器は、誤差検出器が出力する誤差信号 Ei 、 Eq と数値制御発振器(NCO)の出力である \sin 、 \cos を複素乗算することにより、複素乗算器による位相回転後の誤差信号 Ei 、 Eq から、位相回転前の誤差信号を推定し、複素乗算器より前段の位相回転前の位置に設定され、推定した誤差信号により直交誤差の補正を行うとよい。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照して本発明による復調器の実施の形態を詳細に説明する。図1～図11を参照すると、本発明の復調器の一実施形態が示されている。

【0013】図1は、本発明の一実施形態としての復調器の構成例を示すブロック図である。本実施形態の復調器は、乗算器1、2、発振器3、 $\pi/2$ シフター4、A/Dコンバータ5、6、AGC7、9、複素乗算器8、誤差検出器12、LPF11、NCO(数値制御発振器/Numerical Controlled Oscillator)10、直交制御器13を有して構成される。

【0014】なお、以下本発明の説明において、復調器の検波方式は準同期検波を、また入力される変調信号はQPSK、QAM等の直交変調を仮定しており、それぞれの直交成分(チャネル)に関して一般的な表記である Ich 、 Qch という表記を用いることとする。

【0015】発振器3は、入力IF信号とほぼ同一周波数のローカル発振器であり、この発振器の出力および、発振器の出力を $\pi/2$ シフター4により位相を $\pi/2$ シフトさせたものをそれぞれIF-INに乗算する。このことにより、直交成分(チャネル)である Ich 、 Qch の各信号成分が得られる。これらは、A/D変換器5、6によりデジタル信号に変換されて、 $Ich1$ 、 $Qch1$ として出力される。本復調器は、準同期検波を行うので、 $Ich1$ 、 $Qch1$ は完全なベースバンド信号ではなく、キャリアの周波数と発振器3の周波数および位相の差分が含まれている。

【0016】直交制御器13は、 $Ich1$ 、 $Qch1$ を入力として、誤差検出器12から入力される誤差信号 Ei 、 Eq およびNCO10から入力される回転角信号 s

\sin 、 \cos を用いて、直交誤差が除去された信号 $Ich2$ 、 $Qch2$ を出力する。

【0017】AGC7は、 $Ich2$ 、 $Qch2$ を入力として、 Ich と Qch の振幅差が除去された信号 $Ich3$ 、 $Qch3$ を出力する。

【0018】複素乗算器8は、 $Ich3$ 、 $Qch3$ を入力として、NCO10から入力される回転角信号 \sin 、 \cos を用いて、 $Ich3$ 、 $Qch3$ に含まれるキャリアの周波数と発振器3の周波数の差分を除去された信号 $Ich4$ 、 $Qch4$ を出力する。

【0019】AGC9は、誤差検出器12から入力される振幅誤差信号 Ad を用いて、復調信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ が正規の信号点にのるように制御を行う。

【0020】誤差検出器12は、AGC9から入力される $Ich5$ 、 $Qch5$ を用いて、位相誤差信号 $Pd1$ 、誤差信号 Ei 、 Eq 、振幅誤差信号 Ad を出力する。位相誤差信号 $Pd1$ は、LPF11で平滑化されて、平滑化された位相誤差信号 $Pd2$ としてNCO10へ入力される。

【0021】NCO10は、LPF11から入力される位相誤差信号 $Pd2$ を回転角信号 \sin 、 \cos に変換して出力する。

【0022】以下に、各ブロックについて詳細な説明を加える。図2は、AGC7の構成例を示したブロック図である。図2より、AGC7は、乗算器71、絶対値計算器72、73、加算器74、LPF75により構成されている。AGC7は、 Ich と Qch の振幅を比較することにより、 Ich の振幅を Qch の振幅に合わせている。

【0023】図3は、AGC9の構成例を示したブロック図である。図3より、AGC9は、乗算器91、92、LPF93で構成されている。AGC9は、誤差検出器12から入力される、振幅誤差信号 Ad を用いて、入力信号 $Ich4$ 、 $Qch4$ が正規の信号点位置にのるように制御を行い、復調信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ を得る。

【0024】図4は、AGC7に含まれるLPF75および、AGC9に含まれるLPF93の構成例を示したブロック図である。これは、フリップフロップ77と加算器76を使った単純な積分器である。

【0025】図5は、LPF11の構成例を示したブロック図である。図5において、LPF11は、フリップフロップF/F111、乗算器112、113、加算器114、115とで構成されている。これは、一般的な2次のラグ・リードフィルタである。通常、複素乗算器、位相検出器、LPF、NCOで構成されるキャリア再生ループでは、周波数オフセットを打ち消す必要があるため、2次以上の構成にする必要がある。

【0026】図6は、複素乗算器8の構成例を示したブロック図である。図6において複素乗算器8は、乗算器

5

81～84、加算器85、86とで構成される。図6のブロック図による演算により、 I_{ch3} 、 Q_{ch3} に含まれるキャリアの周波数および位相オフセット成分が除去される。

【0027】図7は、NCO10の構成例を示したブロック図である。図7においてNCO10は、積分器103、 $\cos()$ 101、 $\sin()$ 102とで構成されている。LPF8により平滑化された位相誤差信号を積分することによって、周波数誤差信号 f_{rq} が得られる。この周波数誤差信号 f_{rq} を入力として、 $\cos()$ 101、 $\sin()$ 102は、それぞれ $\cos(f_{rq})$ 、 $\sin(f_{rq})$ の値を角度信号 \sin 、 \cos として出力する。

【0028】図8は、誤差検出器12の構成例を示したブロック図である。図8において、誤差検出器12は、乗算器703～705、加算器706、信号点誤差検出器701、702とで構成される。

【0029】信号点誤差検出器701、702は、入力信号 I_{ch3} 、 Q_{ch3} の正規の信号点位置からの誤差を検出して、誤差信号 E_i 、 E_q を出力する。ここでは、入力信号 I_{ch3} 、 Q_{ch3} が正規の信号点位置より正の方向にずれたときには、誤差信号 E_i 、 E_q は負の値、逆に負の方向にずれたときには正の値が出力されるものとする。これら、誤差信号 E_i 、 E_q および I_{ch3} 、 Q_{ch3} の極性信号 D_i 、 D_q (I_{ch3} 、 Q_{ch3} の符号ビット)を用いて、位相誤差信号 P_{d1} が得られる。また、振幅誤差信号 A_d は、誤差信号 E_i と極性信号 D_i または、誤差信号 E_q と極性信号 D_q を乗算することにより得られる。ここでは、誤差信号 E_i と極性信号 D_i を乗算することにより得ている。

【0030】図9は、本発明の特徴である、直交制御器13の構成を示したブロック図である。図9において、直交制御器13は、加算器1101、乗算器1102、LPF1103、遅延器1104、1105、直交誤差検出器1106とで構成されている。

【0031】図10は、直交誤差検出器1106の構成例である。図10において、直交誤差検出器1106は、加算器1107～1109、乗算器1110～1115とで構成される。図10中で、加算器1108～1109、乗算器1110～1115とから構成される部分は、図6に示した複素乗算器とほぼ同一であるが、回転方向が反対である点のみが異なる。誤差検出器12から入力される誤差信号 E_i 、 E_q は、角度信号 \sin 、 \cos により逆回転されて、複素乗算器6により回転される前の信号として復元される。この逆回転された信号と遅延器1104、1105を通して入力される I_{ch2} 、 Q_{ch2} の符号ビットを乗算した結果を加算器1107で加算した信号を直交位相誤差信号 Q_d とする。この直交位相誤差信号 Q_d を、LPF1103で平滑化した後、 Q_{ch1} と掛け合わせて I_{ch1} へ加算すること

6

により、直交誤差が除去される。

【0032】(動作の説明)以下、本実施形態の動作につき、本発明の特徴である直交誤差制御器を中心に説明する。なお、以下の説明において、直交ずれがある場合の復調信号例を表した図12および図13を用いる。

【0033】図1において、直交制御器13による処理は、複素乗算器8により位相回転される前に行われるのに対して、直交制御に用いる信号点誤差信号 E_i 、 E_q は位相回転後の信号から得ている。このために、得られた信号点誤差信号から位相回転前の誤差信号を推定する必要がある。

【0034】信号点誤差信号および位相誤差信号は、図2に示す誤差検出器12により得られる。信号点誤差信号 E_i 、 E_q は、入力信号 I_{ch3} 、 Q_{ch3} の本来の信号点位置からの誤差を検出することにより得られる。これら、信号点誤差信号 E_i 、 E_q および I_{ch3} 、 Q_{ch3} の極性信号 D_i 、 D_q (I_{ch3} 、 Q_{ch3} の符号)を用いて、位相誤差信号 P_{d1} は一般に次式で求められる。

$$P_{d1} = E_i \cdot D_q - E_q \cdot D_i$$

【0035】位相誤差から周波数誤差への変換は、図7に示すNCO10により行われる。周波数は位相を積分したものであるから、位相誤差信号 P_{d1} をLPF11で平滑化した後、積分することにより周波数誤差信号 f_{req} が得られる。さらに、回転角度信号 $\sin(f_{req})$ 、 $\cos(f_{req})$ に変換してNCOから出力される。

【0036】図6は複素乗算器8の構成例を示したブロック図である。ここでは、入力 I_{ch3} 、 Q_{ch3} を誤差信号から得られた角度信号 f_{req} だけ回転するという演算が、誤差検出器12、LPF11、NCO10を含むループの中で繰り返されることにより、 I_{ch3} 、 Q_{ch3} に含まれる、キャリアの周波数と発振器3の周波数および位相の差分が無くなるように制御されている。

【0037】これに対して、図10に示す直交誤差検出器内の乗算器1112～1115、加算器1108、1109で行われる演算は、複素乗算器8によりなされた回転と全く逆の回転を信号点誤差信号 E_i 、 E_q に与える演算である。

【0038】図11は、 E と E' の関係を I - Q の位相平面上に示したものである。正しい信号点位置から、複素乗算器8の出力信号へ向かうベクトルが、誤差検出器12により得られる誤差信号である。複素乗算器8により θ だけ位相回転されたとすれば、複素乗算器8の入力信号、即ち位相回転前の信号は、複素乗算器8の出力信号を $-\theta$ だけ回転することにより得られる。よって、位相回転前の誤差信号 E' も E を $-\theta$ だけ回転することにより得られる。

【0039】上記で得られた誤差信号は、再生信号が正

規の信号点位置に対して正の方向にずれているか、負の方向にずれているかを表している。直交制御を行うには、これを直交誤差信号に変換する必要がある。

【0040】図12、図13は、何れもQPSK変調された信号を復調するときに直交ずれがある場合の復調信号を、I-Qの複素平面上に表したものである。これらの図12が搬送波周波数とローカル周波数が完全に一致している場合と、図13が搬送波周波数とローカル周波数が一致していない場合と、において相違する。これらの一致／不一致は、複素乗算器8の前後で位相回転が、図12のなされない場合／図13のなされる場合、の関係にある。つまり両者において、図12は、搬送波周波数とローカル周波数が完全に一致している、即ち、複素乗算器の前後で位相回転がなされない場合である。また、図13は、搬送波周波数とローカル周波数が一致していないために、複素乗算器8の前後で位相回転がなされる場合である。

【0041】図12より、本来、各信号点と原点の距離は等しいため、正方形の頂点上にあるはずの信号点が、菱形状になっていることが解る。このように、複素乗算

$$\begin{aligned} I_{ch} &= A(t) \cos(\omega t + \delta) \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - A(t) \sin \omega t \cdot \sin \delta \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - Q_{ch} \cdot \sin \delta \\ Q_{ch} &= A(t) \sin \omega t \end{aligned}$$

【0045】この信号が正常に復調されるには、 I_{ch} に含まれる δ を消去する必要がある。しかし、その内の下記の項は、 I_{ch} のゲインが変化しているだけであり、AGCで補正できる。

$$A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta$$

【0046】よって、下記の項を補正してやれば良いといことになる。

$$-Q_{ch} \cdot \sin \delta$$

【0047】 δ は短期的には定数と見なせるので、上記直交誤差信号と Q_{ch} の値とを掛け合わせた値を、 I_{ch} から差し引く処理をすることにより、直交誤差は補正できる。

【0048】本発明は、デジタル無線通信システムにおける復調器に、周波数オフセット制御に用いる角度信号と誤差信号を用いて制御を行う自動直交制御器を設けたことを特徴としている。

【0049】上記の特徴を有する本実施形態の復調器は、図1に示すように、復調器に入力される変調信号の搬送波とほぼ同一な周波数を持つローカル発振器3、発振器の出力位相を $\pi/2$ シフトさせる $\pi/2$ シフター4、ローカル発振器3および $\pi/2$ シフター4の出力とIF入力を掛け合わせる乗算器1、2、乗算器1、2の出力をA/D変換するA/D5、6、 I_{ch} と Q_{ch} の振幅差を補正するAGC7、 I_{ch} 、 Q_{ch} それぞれの信号を正規の信号点に乘せるためのAGC9、搬送波周波数とローカル周波数のずれを補正するための、誤差検

器による位相回転が加わると、図13のように、正規の信号点を中心に円を描く。これらの状態を補正するには、図12に示すように、正規の信号点からの対角線方向のずれを補正するような誤差信号が必要になる。この信号を得るには下記式の様な誤差信号 Q_d を用いればよい。

$$Q_d = E_i \cdot D_q + E_q \cdot D_i$$

【0042】極性信号と誤差信号は同一の信号から得られたものでなければならないが、誤差信号は、複素乗算器、位相検出器を通る際に遅延が生じると思われるので、この遅延を補正するために、遅延器106が必要となる。

【0043】直交誤差信号は上記のように得られたが、直交誤差の制御はどのように行われるのであろうか。IF入力信号を $A(t)$ 、ローカル発振器の角速度を ω [rad/s]、直交誤差を δ [rad]とすると、 A/D に入力される I_{ch} 、 Q_{ch} の各信号は、下記の式となる。

【0044】

出器12、ループフィルタLPF11、数値制御発振器(NCO)10、複素乗算器8といった通常の準同期検波復調器の構成に加えて、NCO10の出力である \sin 、 \cos 、および、誤差検出器12の出力である誤差信号 E_i 、 E_q を入力とする直交制御器13を備えている。

【0050】この復調器において、直交制御器13は、誤差検出器12が出力する誤差信号 E_i 、 E_q とNCO9の出力である \sin 、 \cos を複素乗算することにより、複素乗算器8による位相回転後の誤差信号 E_i 、 E_q から、位相回転前の誤差信号を推定している。本直交制御器は、位相回転前の位置にあるので、この推定した誤差信号により直交誤差の補正を行う。

【0051】尚、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。例えば、上記実施形態では、復調器の検波方式は準同期検波、入力される変調信号はQPSK、QAM等の直交変調としている。しかし、周波数および位相オフセット補正後の誤差信号および、周波数および位相オフセット補正時の回転角度情報が得られる構成で有れば、準同期検波でなくとも良い。また、変調方式は、QPSK、QAM以外、例えば、QPSK以外のPSKあるいは、APSK等でも良い。

【0052】

【発明の効果】以上の説明より明かなように、本発明の

復調器は、入力される変調信号の搬送波とはほぼ同一な周波数を持つ信号を発振し、この信号の出力位相を $\pi/2$ シフトさせ、それぞれの出力信号と変調信号を掛け合わせて A/D 変換する。さらに、直交成分の I_{ch} と Q_{ch} の振幅差を補正し、 I_{ch} 、 Q_{ch} それぞれの信号を正規の信号点に乗せ、搬送波周波数とローカル周波数のずれを補正し、この誤差検出器の出力である誤差信号 E_i 、 E_q を入力し、ディジタル的、かつ自動的に直交誤差の除去を行う。

【0053】この構成によれば、アナログ的な要素も、手動による調整も必要なく、全てディジタル的にかつ、自動的に復調器の直交誤差を取り除くことができる。また、全ディジタル化されていることにより、LSI 化が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の復調器の実施形態を示すブロック構成図である。

【図 2】図 1 中の AGC 7 の構成例を示すブロック図である。

【図 3】図 1 中の AGC 9 の構成例を示すブロック図である。

【図 4】図 2 および図 3 中の LPF 75、93 の構成例を示すブロック図である。

【図 5】図 1 中の LPF 11 の構成例を示すブロック図である。

【図 6】図 1 中の複素乗算器 8 の構成例を示すブロック図である。

【図 7】図 1 中の NCO 10 の構成例を示すブロック図である。

【図 8】図 1 中の誤差検出器 12 の構成例を示すブロック図である。

【図 9】図 1 中の直交制御器 13 の構成例を示すブロッ

ク図である。

【図 10】図 9 中の直交誤差検出器の構成例を示すブロック図である。

【図 11】誤差信号の逆回転を説明するための図である。

【図 12】直交ずれがある場合の復調信号例を表した第 1 図である。

【図 13】直交ずれがある場合の復調信号例を表した第 2 図である。

【図 14】従来の復調器の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1、2 乗算器

3 発振器

4 $\pi/2$ シフター

5、6 A/D コンバータ

7、9 AGC

8 複素乗算器

10 NCO (数値制御発振器/Numerical Controlled Oscillator)

11、75、93 LPF

12 誤差検出器

13 直交制御器

71、81~84、91、92、112、113、703~705 乗算器

72、73 絶対値計算器

74、76、85、86、114、115、706 加算器

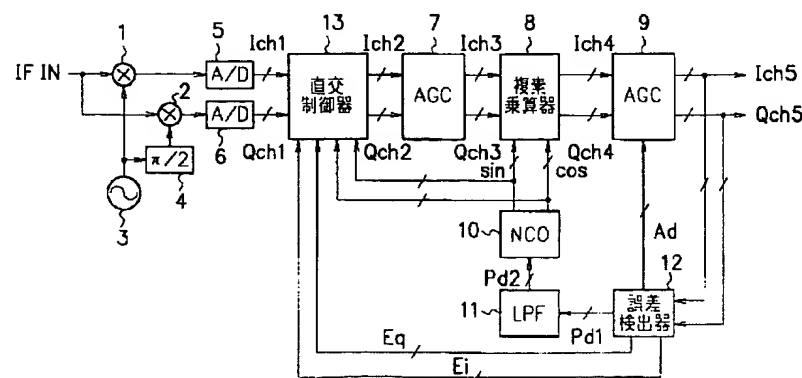
101 $\cos()$

102 $\sin()$

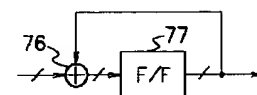
103 積分器

701、702 信号点誤差検出器

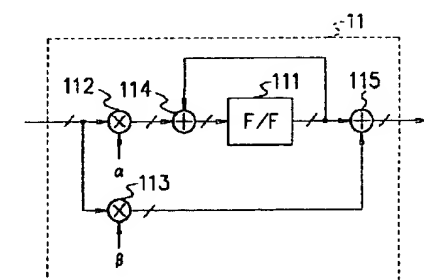
【図 1】



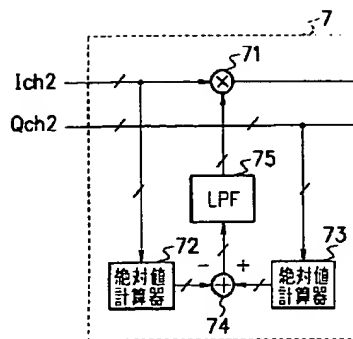
【図 4】



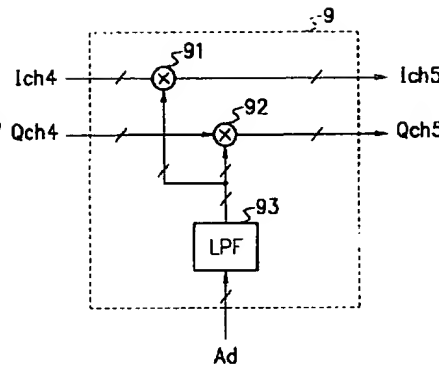
【図 5】



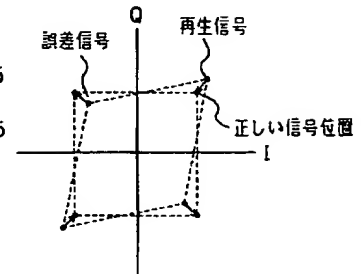
【図2】



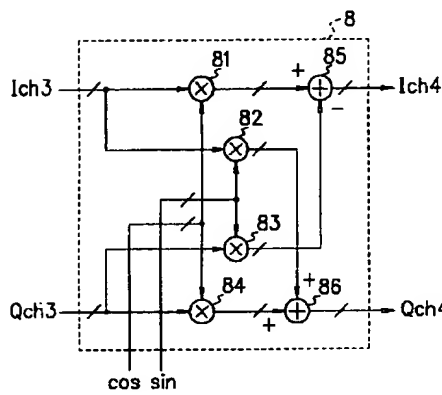
【図3】



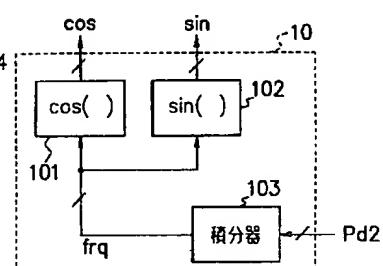
【図12】



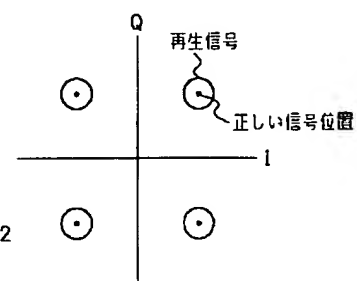
【図6】



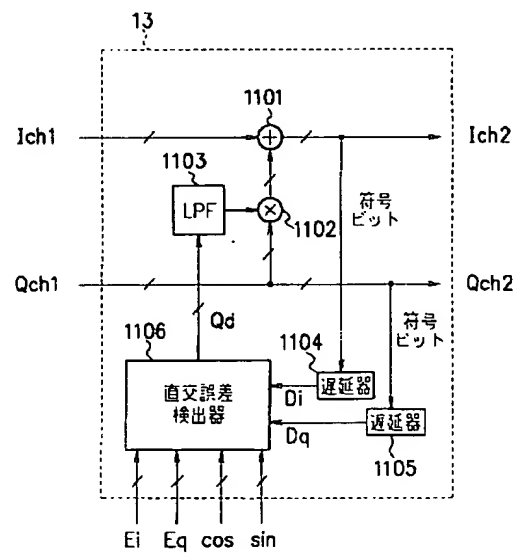
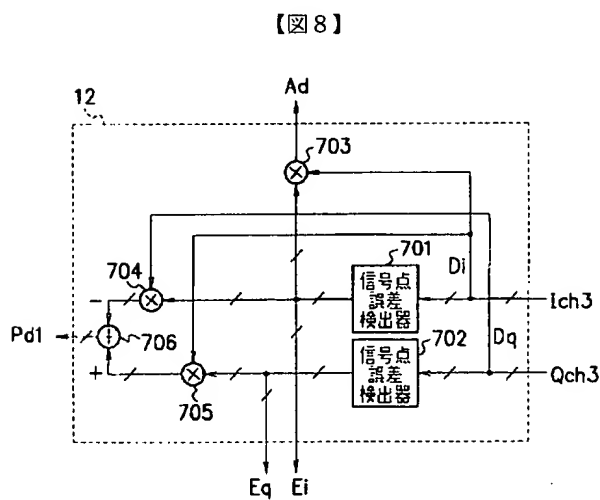
【図7】



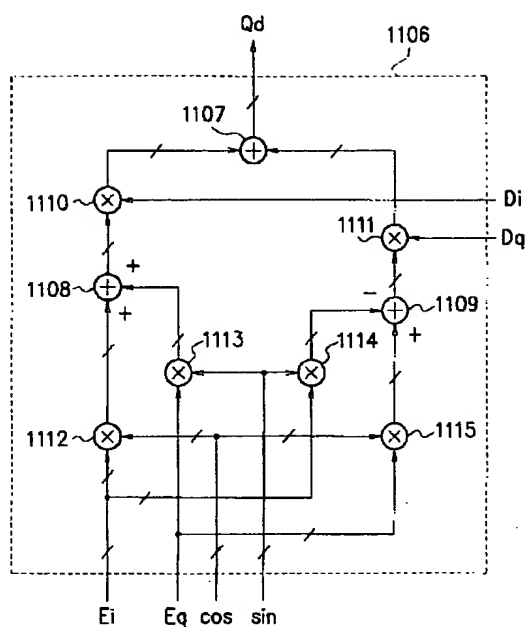
【図13】



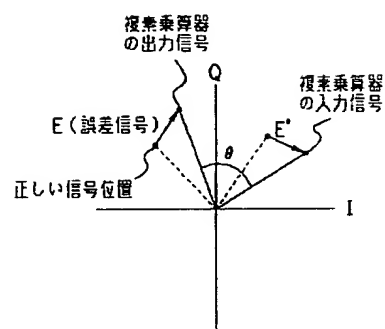
【図9】



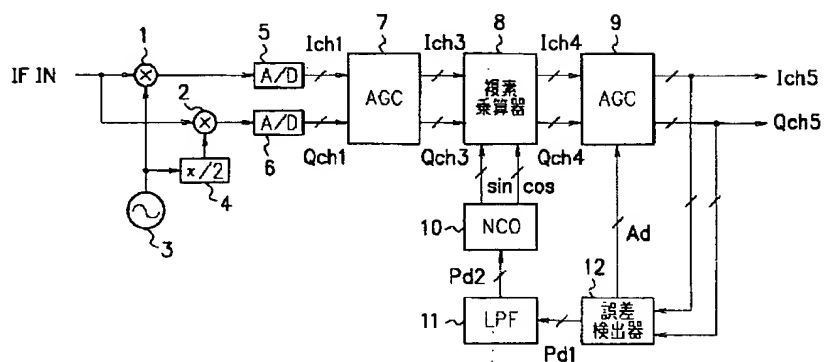
【図10】



【図11】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)